

Rec'd PCT/PTO 10 JAN 2005 #2

PCT/JP 03/08773

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

10.07.03

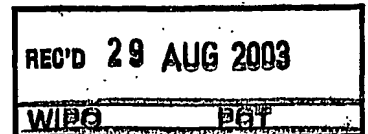
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 9 3 9 0 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 9 3 9 0 9]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

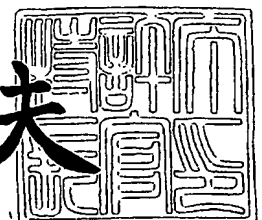


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 8 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0100954

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 八十島 健

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 松沢 明

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 島田 勝人

【特許出願人】

 【識別番号】 000002369

 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100101236

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 栗原 浩之

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 特願2002-201296

 【出願日】 平成14年 7月10日

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 特願2002-226172

 【出願日】 平成14年 8月 2日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-227840

【出願日】 平成14年 8月 5日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 1077

【出願日】 平成15年 1月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042309

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0216673

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射ヘッド及びその製造方法並びに液体噴射装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン単結晶基板からなりノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧力発生素子とを具備する液体噴射ヘッドにおいて、

少なくとも前記圧力発生室の内壁表面に酸化タンタルからなる耐液体性の保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項2】 請求項1において、前記保護膜のpH8.0以上の液体によるエッチングレートが0.05nm/day以下であることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記保護膜がイオンアシスト蒸着によって形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項4】 請求項1又は2において、前記保護膜が対向ターゲット式スパッタ法によって形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項5】 請求項1又は2において、前記保護膜がプラズマCVD法によって形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項6】 請求項1～5の何れかにおいて、前記流路形成基板には、前記圧力発生室内へ液体を供給するための液体流路が設けられており、当該液体流路の内壁表面にも前記保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項7】 請求項1～6の何れかにおいて、前記圧力発生素子が前記圧力発生室の一方面側に設けられた振動板上に配設された圧電素子であることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項8】 請求項7において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項9】 請求項7又は8において、シリコン単結晶基板からなり前記圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で該空間を封止する圧電

素子保持部を有する封止基板をさらに具備し、該封止基板が各圧力発生室に共通する共通液体室の少なくとも一部を構成するリザーバ部を有すると共に、少なくとも前記リザーバ部の内壁表面に前記保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 10】 ノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子と、シリコン単結晶基板からなり前記圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で該空間を封止する圧電素子保持部を有する封止基板とを具備する液体噴射ヘッドにおいて、

前記封止基板が各圧力発生室に共通する共通液体室の少なくとも一部を構成するリザーバ部を有し、少なくとも前記リザーバ部の内壁表面に耐液体性を有する保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 11】 請求項 10 において、前記保護膜が、前記封止基板の前記リザーバ部の内壁表面を含む全ての表面に設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 12】 請求項 10 又は 11 において、前記保護膜が、前記封止基板を熱酸化することによって形成された二酸化シリコン膜であることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 13】 請求項 10 において、前記保護膜が、誘電材料からなり物理蒸着法（PVD）により形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 14】 請求項 13 において、前記保護膜が、反応性 ECR スパッタ法、対向スパッタ法、イオンビームスパッタ法又はイオンアシスト蒸着法により形成されたものであることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 15】 請求項 13 又は 14 において、前記保護膜が、酸化タンタル、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム又は酸化チタンからなることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 16】 請求項 13～15 の何れかにおいて、前記保護膜が、前記リザーバ部の内壁表面と共に前記封止基板の前記流路形成基板との接合面に設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 17】 請求項 16 において、前記封止基板の前記圧電素子保持部とは反対側の面には、前記圧電素子と当該圧電素子を駆動するための駆動 IC とを接続するための接続配線が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 18】 請求項 10～17 の何れかにおいて、前記保護膜が前記圧力発生室の内壁面にも設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 19】 請求項 1～18 の何れかの液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置。

【請求項 20】 シリコン単結晶基板からなりノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドの製造方法において、

少なくとも前記圧力発生室の内壁表面に 150℃以下の温度条件で金属材料からなる耐液体性の保護膜を形成する工程を有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 21】 請求項 20 において、前記保護膜をイオンアシスト蒸着によって形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 22】 請求項 20 において、前記保護膜を対向ターゲット式スパッタ法によって形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 23】 請求項 22 において、前記保護膜を形成する際、対向するターゲットの表面の向きに対して前記圧力発生室の長手方向が直交するように前記流路形成基板を配置することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 24】 請求項 20 において、前記保護膜をプラズマ CVD 法によって形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 25】 請求項 20～24 の何れかにおいて、前記金属材料が、酸化タンタル又は酸化ジルコニウムであることを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 26】 請求項 20～25 の何れかにおいて、前記流路形成基板に前記圧力発生室内へ液体を供給するための液体流路を形成した後に、当該液体流路の内壁表面にも前記保護膜を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

方法。

【請求項 27】 液体を噴射するノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子と、シリコン単結晶基板からなり前記圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で該空間を封止する圧電素子保持部を有する封止基板とを具備し、且つ前記封止基板が各圧力発生室に連通するリザーバの少なくとも一部を構成するリザーバ部を有する液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記封止基板となる封止基板形成材の表面にマスクパターンを形成する工程と、前記封止基板形成材の前記マスクパターンが形成された領域以外をエッチングすることによって前記リザーバ部及び前記圧電素子保持部を形成する工程と、前記マスクパターンを除去して前記封止基板とする工程と、当該封止基板の少なくとも前記リザーバ部の内壁表面に耐液体性を有する保護膜を形成する工程と、前記圧電素子が形成された前記流路形成基板と前記封止基板とを接合する工程とを有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 28】 請求項 27 において、前記封止基板の前記リザーバ部の内壁表面を含む全ての表面に前記保護膜を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 29】 請求項 27 又は 28 において、前記封止基板を熱酸化することによって二酸化シリコンからなる前記保護膜を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 30】 請求項 27～29 の何れかにおいて、前記保護膜を形成する工程の後に、前記封止基板の前記圧電素子保持部側とは反対側の前記保護膜上に前記圧電素子と当該圧電素子を駆動するための駆動 IC とを接続する接続配線を形成する工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 31】 請求項 27 において、誘電材料からなる前記保護膜を物理蒸着法（PVD）により形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 32】 請求項 31 において、前記保護膜を、反応性 ECR スパッタ法、対向スパッタ法、イオンビームスパッタ法又はイオンアシスト蒸着法によ

り形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 3 3】 請求項 3 1 又は 3 2 において、前記保護膜を、酸化タンタル、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム又は酸化チタンで形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 3 4】 請求項 3 1 ～ 3 3 の何れかにおいて、前記封止基板形成材を熱酸化することにより形成された絶縁膜を前記マスクパターンとして当該封止基板形成材をエッチングすることにより前記圧電素子保持部及び前記リザーバ部を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 3 5】 請求項 3 4 において、前記圧電素子保持部及び前記リザーバ部を形成する工程の前に、前記絶縁膜上に前記圧電素子と当該圧電素子を駆動するための駆動 IC とを接続する接続配線を形成する工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被噴射液を吐出する液体噴射ヘッド及びその製造方法並びに液体噴射装置に関し、特に、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室に供給されたインクを圧電素子によって加圧することにより、ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

液体噴射装置としては、例えば、圧電素子や発熱素子によりインク滴吐出のための圧力を発生させる複数の圧力発生室と、各圧力発生室にインクを供給する共通のリザーバと、各圧力発生室に連通するノズル開口とを備えたインクジェット式記録ヘッドを具備するインクジェット式記録装置があり、このインクジェット式記録装置では、印字信号に対応するノズルと連通した圧力発生室内のインクに吐出エネルギーを印加してノズル開口からインク滴を吐出させる。

【0003】

このようなインクジェット式記録ヘッドには、前述したように圧力発生室として圧力発生室内に駆動信号によりジュール熱を発生する抵抗線等の発熱素子を設け、この発熱素子の発生するバブルによってノズル開口からインク滴を吐出させるものと、圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させてノズル開口からインク滴を吐出させる圧電振動式の２種類のものに大別される。

【0004】

また、圧電振動式のインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの２種類が実用化されている。

【0005】

前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0006】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0007】

一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている（例えば、引用文献１参照）。

【0008】

これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を高密度に作り付けることができる

ばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0009】

このような従来のインクジェット式記録ヘッドは、一般的に、インクキャビティ（圧力発生室）がシリコン基板に形成され、インクキャビティの一方面を構成する振動板はシリコン酸化膜で形成されている。このため、アルカリ性のインクを用いると、インクによってシリコン基板が徐々に溶解されて各圧力発生室の幅が経時的に変化してしまう。そして、このことが、圧電素子の駆動によって圧力発生室内に付与される圧力を変化させる原因となり、インク吐出特性が徐々に低下してしまうという問題がある。このため、インクキャビティ内に親水性及び耐アルカリ性を備えた膜、例えば、ニッケル膜等を設け、インクによるシリコン基板等の溶解を防止したものがある（例えば、特許文献2参照）。

【0010】

【特許文献1】

特開平5-286131号公報（第3図、[0013]）

【特許文献2】

特開平10-264383号公報（第1図、[0020]）

【特許文献3】

特開2002-160366号公報（第6頁、図2（b））

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

このようにインクキャビティ内にニッケル膜等を設けることによりインクによる溶解をある程度防止することはできる。しかしながら、ニッケル膜等もインクによって徐々に溶解されてしまうため、長期間使用するとインク吐出特性が低下してしまうという問題がある。特に、比較的高いpHのインクを用いた場合には、溶解速度が高まるため、インク吐出特性も比較的短期間で低下してしまう。

【0012】

また、圧力発生室が形成される流路形成基板の圧電素子側の一方面に、この圧電素子を封止する圧電素子保持部を有する封止基板を接合し、圧電素子の外部環

境に起因する破壊を防止した構造がある（例えば、特許文献3参照）。

【0013】

そして、このような封止基板には、各圧力発生室の共通インク室の一部を構成するリザーバ部が設けられているが、このリザーバ部内の耐インク性については考慮されていないのが実状である。すなわち、リザーバ部は、各圧力発生室に供給されるインクが貯留される部分であり、インク吐出特性の低下の直接的な要因にはなりにくいため、従来のインクジェット式記録ヘッドでは、リザーバ部内の耐インク性が考慮されていなかった。

【0014】

しかしながら、例えば、封止基板を形成する材料にシリコン単結晶基板（Si）が用いられている場合にアルカリ性のインクを用いると、圧力発生室の場合と同様に、リザーバ部の内壁表面がインクによって除々に溶解されてしまう。これに伴ってリザーバ部の形状が大きく変化すると、各圧力発生室へのインクの供給不良を発生させ、インク吐出特性の低下につながる虞がある。

【0015】

さらに、リザーバ部の内壁表面がインクに溶解された封止基板の溶解物は、例えば、温度変化等に伴ってインク中に析出する析出物（Si）となる場合があり、この析出物は、インクと共に各圧力発生室内へ運ばれ、いわゆるノズル詰まりが発生してしまうという虞もある。

【0016】

なお、このような問題は、インクを吐出するインクジェット式記録ヘッドだけでなく、勿論、インク以外のアルカリ性の液体を噴射する他の液体噴射ヘッドにおいても、同様に存在する。

【0017】

本発明は、このような事情に鑑み、液体吐出特性を長期間一定に維持することができ且つノズル詰まりを防止した液体噴射ヘッド及びその製造方法並びに液体噴射装置を提供することを課題とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の第1の態様は、シリコン単結晶基板からなりノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧力発生素子とを具備する液体噴射ヘッドにおいて、少なくとも前記圧力発生室の内壁表面に酸化タンタルからなる耐液体性の保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0019】

かかる第1の態様では、液体に対して非常に優れた耐エッチング性を有する保護膜を形成でき、流路形成基板が液体に溶解されるのを確実に防止することができる。したがって、各圧力発生室を製造時と略同一形状に維持することができ、液体吐出特性を長期間一定に維持することができる。また、ノズル詰まりを防止することもできる。

【0020】

本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記保護膜のpH8.0以上の液体によるエッチングレートが0.05nm/day以下であることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0021】

かかる第2の態様では、保護膜がアルカリ性の液体に対して優れた耐エッチング性を有しているため、各圧力発生室を製造時と略同一形状に更に長期間維持することができる。

【0022】

本発明の第3の態様は、第1又は2の態様において、前記保護膜がイオンアシスト蒸着によって形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0023】

かかる第3の態様では、緻密な保護膜を比較的容易且つ確実に形成することができる。

【0024】

本発明の第4の態様は、第1又は2の態様において、前記保護膜が対向ターゲット式スパッタ法によって形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0025】

かかる第4の態様では、緻密な保護膜を比較的容易且つ確実に形成することができる。

【0026】

本発明の第5の態様は、第1又は2の態様において、前記保護膜がプラズマCVD法によって形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0027】

かかる第5の態様では、緻密な保護膜を比較的容易且つ確実に形成することができる。

【0028】

本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記流路形成基板には、前記圧力発生室内へ液体を供給するための液体流路が設けられており、当該液体流路の内壁表面にも前記保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0029】

かかる第6の態様では、液体流路の内壁表面が液体によって溶解されるのを保護膜によって確実に防止できるため、液体流路の形状を製造時と略同一形状に維持することができる。したがって、各圧力発生室に液体を良好に供給することができる。

【0030】

本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記圧力発生素子が前記圧力発生室の一方面側に設けられた振動板上に配設された圧電素子であることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0031】

かかる第7の態様では、圧電素子が撓み変位することにより振動板を介して圧力発生室内に圧力変化が生じ、ノズル開口から液滴が吐出される。

【0032】

本発明の第8の態様は、第7の態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソ

グラフィ法により形成されたものであることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0033】

かかる第8の態様では、高密度のノズル開口を有する液体噴射ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0034】

本発明の第9の態様は、第7又は8の態様において、シリコン単結晶基板からなり前記圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で該空間を封止する圧電素子保持部を有する封止基板をさらに具備し、該封止基板が各圧力発生室に共通する共通液体室の少なくとも一部を構成するリザーバ部を有すると共に、少なくとも前記リザーバ部の内壁表面に前記保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0035】

かかる第9の態様では、リザーバ部の内壁面、すなわち、封止基板が液体に溶解されるのを防止することができる。したがって、圧力発生室に良好に液体が供給され液体吐出特性がより良好に維持されると共に、ノズル詰まりの発生がより確実に防止される。

【0036】

本発明の第10の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子と、シリコン単結晶基板からなり前記圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で該空間を封止する圧電素子保持部を有する封止基板とを具備する液体噴射ヘッドにおいて、前記封止基板が各圧力発生室に共通する共通液体室の少なくとも一部を構成するリザーバ部を有し、少なくとも前記リザーバ部の内壁表面に耐液体性を有する保護膜が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0037】

かかる第10の態様では、保護膜によって液体による封止基板の溶解が防止され、リザーバ部が製造時と略同一形状に長期間維持される。これにより、リザー

バ部の形状が実質的に安定し、各圧力発生室内に液体を良好に供給することができ。また、封止基板が液体によって溶解されることによって発生する溶解物の量が著しく低減されるため、ノズル詰まりの発生が防止される。

【0038】

本発明の第11の態様は、第10の態様において、前記保護膜が、前記封止基板の前記リザーバ部の内壁表面を含む全ての表面に設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0039】

かかる第11の態様では、封止基板の全面に保護膜を設けることにより、封止基板の製造作業を簡便化することができる。

【0040】

本発明の第12の態様は、第10又は11の態様において、前記保護膜が、前記封止基板を熱酸化することによって形成された二酸化シリコン膜であることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0041】

かかる第12の態様では、略均一な厚さで且つピンホールの発生がない保護膜を比較的容易且つ確実に形成することができる。

【0042】

本発明の第13の態様は、第10の態様において、前記保護膜が、誘電材料からなり物理蒸着法（PVD）により形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0043】

かかる第13の態様では、保護膜によって、例えば、インク等の所定の液体による封止基板の溶解（腐食）が防止されるため、リザーバ部が製造時と略同一形状に長期間維持される。また、液体に溶解された封止基板の溶解物が、液体中に析出することを防止できるため、ノズル詰まりの発生が防止される。さらに、物理蒸着法（PVD）により保護膜を容易に形成することができる。

【0044】

本発明の第14の態様は、第13の態様において、前記保護膜が、反応性EC

Rスパッタ法、対向スパッタ法、イオンビームスパッタ法又はイオンアシスト蒸着法により形成されたものであることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0045】

かかる第14の態様では、所定の方法を用いることにより、保護膜を比較的低温で形成することができ、保護膜を形成する際に封止基板の他の領域に悪影響を及ぼすのを防止できる。

【0046】

本発明の第15の態様は、第13又は14の態様において、前記保護膜が、酸化タンタル、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム又は酸化チタンからなることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0047】

かかる第15の態様では、保護膜として特定の材料を用いることで、インク等の所定の液体に対して非常に優れた耐食性を有する保護膜を形成することができる。

【0048】

本発明の第16の態様は、第13～15の何れかの態様において、前記保護膜が、前記リザーバ部の内壁表面と共に前記封止基板の前記流路形成基板との接合面に設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0049】

かかる第16の態様では、封止基板の流路形成基板との接合面側から保護膜を形成することで、その接合面にも保護膜が形成されるが封止基板の表面に保護膜が形成されることがない。

【0050】

本発明の第17の態様は、第16の態様において、前記封止基板の前記圧電素子保持部とは反対側の面には、前記圧電素子と当該圧電素子を駆動するための駆動ICとを接続するための接続配線が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0051】

かかる第17の態様では、封止基板の流路形成基板とは反対側の表面には保護

膜が形成されないため、封止基板上に接続配線を良好に形成でき、この接続配線を介して封止基板上に駆動 IC を搭載することができる。

【0052】

本発明の第 18 の態様は、第 10～17 の何れかの態様において、前記保護膜が前記圧力発生室の内壁面にも設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0053】

かかる第 18 の態様では、リザーバ部の内壁面、すなわち、封止基板が液体に溶解されるのを確実に防止することができる。したがって、圧力発生室に良好に液体を供給できると共に、ノズル詰まりの発生がより確実に防止される。

【0054】

本発明の第 19 の態様は、第 1～18 の何れかの態様の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置にある。

【0055】

かかる第 19 の態様では、液体吐出特性が実質的に安定し且つ信頼性を向上した液体噴射装置を実現することができる。

【0056】

本発明の第 20 の態様は、シリコン単結晶基板からなりノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドの製造方法において、少なくとも前記圧力発生室の内壁表面に 150℃以下の温度条件で金属材料からなる耐液体性の保護膜を形成する工程を有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0057】

かかる第 20 の態様では、比較的低い温度条件、例えば、150℃以下で保護膜を形成することができるため、例えば、圧電素子等が破壊されるのを確実に防止することができる。

【0058】

本発明の第 21 の態様は、第 20 の態様において、前記保護膜をイオンアシス

ト蒸着によって形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0059】

かかる第21の態様では、比較的低い温度条件下で保護膜を形成することができる。

【0060】

本発明の第22の態様は、第20の態様において、前記保護膜を対向ターゲット式スパッタ法によって形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0061】

かかる第22の態様では、各圧力発生室等の内面に、緻密な膜が略均一な厚さで形成される。また、成膜レートが速いため、製造効率が向上する。

【0062】

本発明の第23の態様は、第22の態様において、前記保護膜を形成する際、対向するターゲットの表面の向きに対して前記圧力発生室の長手方向が直交するように前記流路形成基板を配置することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0063】

かかる第23の態様では、圧力発生室等の内面全面に、保護膜を比較的容易且つ良好に形成することができる。

【0064】

本発明の第24の態様は、第20の態様において、前記保護膜をプラズマCVD法によって形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0065】

かかる第24の態様では、圧力発生室等の内面全面に亘って連続する保護膜を、比較的容易且つ良好に形成することができる。

【0066】

本発明の第25の態様は、第20～24の何れかの態様において、前記金属材料が、酸化タンタル又は酸化ジルコニウムであることを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0067】

かかる第25の態様では、比較的低い温度条件下での膜形成が可能であり且つ液体に対して非常に優れた耐エッチング性を有する保護膜を形成できる。特に、酸化タンタルによって形成された保護膜は、比較的大きなpH、例えば、pH8.0以上の液体に対して特に優れた耐エッチング性を発揮する。これにより、各圧力発生室を製品製造時と略同一形状に長期間維持することができる。

【0068】

本発明の第26の態様は、第20～25の何れかの態様において、前記流路形成基板に前記圧力発生室内へ液体を供給するための液体流路を形成した後に、当該液体流路の内壁表面にも前記保護膜を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0069】

かかる第26の態様では、液体流路の内壁表面が液体に溶解されるのを保護膜によって確実に防止できるため、液体流路の形状を製品製造時と略同一形状に維持することができる。したがって、各圧力発生室に液体を良好に供給することができる。

【0070】

本発明の第27の態様は、液体を噴射するノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子と、シリコン単結晶基板からなり前記圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で該空間を封止する圧電素子保持部を有する封止基板とを具備し、且つ前記封止基板が各圧力発生室に連通するリザーバの少なくとも一部を構成するリザーバ部を有する液体噴射ヘッドの製造方法において、前記封止基板となる封止基板形成材の表面にマスクパターンを形成する工程と、前記封止基板形成材の前記マスクパターンが形成された領域以外をエッチングすることによって前記リザーバ部及び前記圧電素子保持部を形成する工程と、前記マスクパターンを除去して前記封止基板とする工程と、当該封止基板の少なくとも前記リザーバ部の内壁表面に耐液体性を有する保護膜を形成する工程と、前記圧電素子が形成された前記流路形成基板と前

記封止基板とを接合する工程とを有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0071】

かかる第27の態様では、保護膜によって封止基板の液体による溶解が防止されるため、リザーバ部を製造時と略同一形状に長期間維持することができる。すなわち、リザーバ部の形状が実質的に安定するため、各圧力発生室内に液体を良好に供給することができる。また、液体に溶解された封止基板の溶解物の量が著しく低減されるため、ノズル詰まりの発生が防止される。

【0072】

本発明の第28の態様は、第27の態様において、前記封止基板の前記リザーバ部の内壁表面を含む全ての表面に前記保護膜を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0073】

かかる第28の態様では、封止基板の全面に保護膜を設けることにより、封止基板の製造作業を簡便化することができる。

【0074】

本発明の第29の態様は、第27又は28の態様において、前記封止基板を熱酸化することによって二酸化シリコンからなる前記保護膜を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0075】

かかる第29の態様では、略均一な厚さで且つピンホールが発生がない保護膜を比較的容易且つ確実に形成することができる。

【0076】

本発明の第30の態様は、第27～29の何れかの態様において、前記保護膜を形成する工程の後に、前記封止基板の前記圧電素子保持部側とは反対側の前記保護膜上に前記圧電素子と当該圧電素子を駆動するための駆動ICとを接続する接続配線を形成する工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0077】

かかる第30の態様では、保護膜が略均一な厚さで且つピンホールの発生がなく形成されているため、接続配線と封止基板とが確実に絶縁される。

【0078】

本発明の第31の態様は、第27の態様において、誘電材料からなる前記保護膜を物理蒸着法（PVD）により形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0079】

かかる第31の態様では、リザーバ部の内面に保護膜を容易且つ良好に形成することができ、且つ他の領域に悪影響を及ぼすことがない。

【0080】

本発明の第32の態様は、第31の態様において、前記保護膜を、反応性ECRスパッタ法、対向スパッタ法、イオンビームスパッタ法又はイオンアシスト蒸着法により形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0081】

かかる第32の態様では、所定の方法を用いることにより、保護膜を比較的低温で形成することができ、保護膜を形成する際に封止基板の他の領域に悪影響を及ぼすことがない。

【0082】

本発明の第33の態様は、第31又は32の態様において、前記保護膜を、酸化タンタル、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム又は酸化チタンで形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0083】

かかる第33の態様では、保護膜として特定の材料を用いることで、インク等の所定の液体に対して非常に優れた耐食性を有する保護膜を形成することができる。

【0084】

本発明の第34の態様は、第31～33の何れかの態様において、前記封止基板形成材を熱酸化することにより形成された絶縁膜を前記マスクパターンとして当該封止基板形成材をエッチングすることにより前記圧電素子保持部及び前記リ

ザーバ部を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0085】

かかる第34の態様では、封止基板形成材に圧電素子保持部及びリザーバ部を比較的容易且つ高精度に形成することができる。

【0086】

本発明の第35の態様は、第34の態様において、前記圧電素子保持部及び前記リザーバ部を形成する工程の前に、前記絶縁膜上に前記圧電素子と当該圧電素子を駆動するための駆動ICとを接続する接続配線を形成する工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

【0087】

かかる第35の態様では、絶縁膜によって接続配線と封止基板とが確実に絶縁されるため、封止基板上に接続配線を介して駆動ICを良好に搭載することができる。

【0088】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの概略を示す分解斜視図であり、図2は、図1の平面図及び断面図である。図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなり、その各表面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ1～2 μ mの弾性膜50及び絶縁膜55がそれぞれ形成されている。この流路形成基板10には、その一方面側から異方性エッチングすることにより、複数の隔壁11によって区画された圧力発生室12が幅方向に並設されている。また、圧力発生室12の長手方向外側には、後述する封止基板のリザーバ部と連通される連通部13が形成されている。また、この連通部13は、各圧力発生室12の長手方向一端部でそれぞれインク供給路14を介して連通されている。

【0089】

ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板のエッチングレートの違い

を利用して行われる。例えば、本実施形態では、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレートと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われる。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。ここで、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。また、各圧力発生室12の一端に連通する各インク供給路14は、圧力発生室12より幅方向に狭く形成されており、圧力発生室12に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。

【0090】

このような圧力発生室12等が形成される流路形成基板10の厚さは、圧力発生室12を配設する密度に合わせて最適な厚さを選択することが好ましい。例えば、1インチ当たり180個(180dpi)程度に圧力発生室12を配置する場合には、流路形成基板10の厚さは、180~280 μ m程度、より望ましくは、220 μ m程度とするのが好適である。また、例えば、360dpi程度と比較的高密度に圧力発生室12を配置する場合には、流路形成基板10の厚さは、100 μ m以下とするのが好ましい。これは、隣接する圧力発生室12間の隔壁11の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0091】

また、流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室12のインク供給路14とは反対側で連通するノズル開口21が穿設されたノズルプレート20が接着剤や熱溶着フィルム等を介して固着されて圧力発生室12等が封止されている。

なお、このノズルプレート 20 は、本実施形態では、ステンレス鋼 (SUS) で形成されている。

【0092】

ここで、流路形成基板 10 の少なくとも圧力発生室 12 の内壁表面には、酸化タンタルからなり耐インク性を有する保護膜 100 が設けられている。例えば、本実施形態では、五酸化タンタル (Ta_2O_5) からなる保護膜 100 が、流路形成基板 10 のインクに接触する全ての表面に設けられている。具体的には、圧力発生室 12 内の隔壁 11 及び弾性膜 50 の表面に保護膜 100 が設けられると共に、各圧力発生室 12 に連通するインク供給路 14 及び連通部 13 のインク流路の内壁表面にも保護膜 100 が設けられている。このような保護膜 100 の厚さは、特に限定されないが、本実施形態では、各圧力発生室 12 の大きさ及び振動板の変位量等を考慮して 50 nm 程度とした。

【0093】

このような酸化タンタルからなる保護膜 100 は、インクに対して非常に優れた耐エッチング性 (耐インク性) を有し、特に、アルカリ性のインクに対する耐エッチング性を有する。具体的には、pH 8.0 以上のインクによるエッチングレートが 25℃、0.05 nm/day 以下であることが好ましい。このように、酸化タンタルからなる保護膜 100 は、比較的アルカリ性が強いインクに対して非常に優れた耐エッチング性を有しているため、インクジェット式記録ヘッド用のインクに対しては特に有効である。例えば、本実施形態の五酸化タンタルからなる保護膜 100 は、pH 9.1 のインクによるエッチングレートが 25℃で、0.03 nm/day であった。

【0094】

このように圧力発生室 12 の少なくとも内壁表面に五酸化タンタルからなる保護膜 100 を設けるようにしたので、流路形成基板 10 及び振動板がインクに溶解されることを防止することができる。これにより、圧力発生室 12 の形状を実質的に安定、すなわち、製造時と略同一形状に維持することができる。また、本実施形態では、各圧力発生室 12 の内壁表面以外のインク供給路 14 及び連通部 13 のインク流路の内壁表面にも保護膜 100 を設けるようにしたので、圧力発

生室12と同様の理由からこれらインク供給路14及び連通部13の形状も製造時と略同一形状に維持することができる。これらのことから、保護膜100を設けることにより、インク吐出特性を長期間一定に維持することができる。さらに、流路形成基板10がインクに溶解されるのを保護膜100によって防止することができるため、インクに溶解された流路形成基板10の溶解物がインク中に析出する量が実質的に低減される。これにより、ノズル詰まりの発生を防止することができ、ノズル開口21からインク滴を良好に吐出させることができる。

なお、このような保護膜100の材料としては、使用するインクのpH値によっては、例えば、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、ニッケル (Ni) 及びクロム (Cr) 等を用いることもできるが、酸化タンタルを用いることにより、pH値の高いインクを使用する場合でも、極めて優れた耐エッチング性を発揮する。

【0095】

また、本実施形態では、流路形成基板10の圧力発生室12等が開口する側の表面にも保護膜100が形成され、この保護膜100を介して流路形成基板10とノズルプレート20とが接合されているため、両者の接着強度が向上するという効果も得られる。勿論、ノズルプレート20との接合面にはインクは実質的に接触しないため、保護膜100は設けられていなくてもよい。

【0096】

また、本実施形態では、各圧力発生室12、連通部13及びインク供給路14の内壁表面に耐インク性の保護膜100を設けているが、これに限定されず、少なくとも各圧力発生室12の内壁表面に保護膜100が設けられていればよい。このような構成としても、インク吐出特性を長期間一定に維持することができる。

【0097】

一方、このような流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約 $0.2\mu m$ の下電極膜60と、厚さが例えば、約 $1\mu m$ の圧電体層70と、厚さが例えば、約 $0.1\mu m$ の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体層70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般

的には、圧電素子 300 の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層 70 を各圧力発生室 12 毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体層 70 から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部という。本実施形態では、下電極膜 60 は圧電素子 300 の共通電極とし、上電極膜 80 を圧電素子 300 の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子 300 と当該圧電素子 300 の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。また、このような各圧電素子 300 の上電極膜 80 には、例えば、金 (Au) 等からなるリード電極 90 がそれぞれ接続されている。このリード電極 90 は、各圧電素子 300 の長手方向端部近傍から引き出され、インク供給路 14 に対応する領域の弾性膜 50 上までそれぞれ延設されている。

【0098】

この流路形成基板 10 の圧電素子 300 側には、圧電素子 300 の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で、その空間を密封可能な圧電素子保持部 31 を有する封止基板 30 が接合され、圧電素子 300 はこの圧電素子保持部 31 内に密封されている。さらに、封止基板 30 には、連通部 13 に対向する領域に封止基板 30 を貫通するリザーバ部 32 が設けられ、このリザーバ部 32 は、上述のように流路形成基板 10 の連通部 13 と連通されて各圧力発生室 12 の共通のインク室となるリザーバ 110 を構成している。このような封止基板 30 は、流路形成基板 10 の熱膨張率と略同一の材料、例えば、ガラス、セラミック材料等で形成されていることが好ましく、本実施形態では、流路形成基板 10 と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。

なお、封止基板 30 の圧電素子保持部 31 とリザーバ部 32 との間、すなわちインク供給路 14 に対応する領域には、この封止基板 30 を厚さ方向に貫通する貫通孔 33 が設けられている。そして、各圧電素子 300 から引き出されたリード電極 90 は、その端部近傍がこの貫通孔 33 内で露出されている。

【0099】

また、この封止基板 30 の表面、すなわち、流路形成基板 10 との接合面とは反対側の面には、二酸化シリコンからなる絶縁膜 35 が設けられ、この絶縁膜 35 上には、圧電素子 300 を駆動するための駆動 IC (半導体集積回路) 120 が実装されている。具体的には、封止基板 30 上には、各圧電素子 300 と駆動 IC 120 とを接続するための接続配線 130 (第 1 の接続配線 131、第 2 の接続配線 132) が所定パターンで形成され、この接続配線 130 上に駆動 IC 120 が実装されている。例えば、本実施形態では、この駆動 IC 120 は、フリップチップ実装により接続配線 130 と電氣的に接続されている。

なお、各圧電素子 300 から引き出されたリード電極 90 は、封止基板 30 の貫通孔 33 内に延設される連結配線 (図示なし) によって第 1 の接続配線 131 と接続される。また、第 2 の接続配線 132 には、図示しない外部配線が接続される。

【0100】

このような封止基板 30 のリザーバ部 32 に対向する領域には、封止膜 41 及び固定板 42 からなるコンプライアンス基板 40 が接合されている。封止膜 41 は、剛性が低く可撓性を有する材料 (例えば、厚さが $6\mu\text{m}$ のポリフェニレンサルファイド (PPS) フィルム) からなり、この封止膜 41 によってリザーバ部 32 の一方向が封止されている。また、固定板 42 は、金属等の硬質の材料 (例えば、厚さが $30\mu\text{m}$ のステンレス鋼 (SUS) 等) で形成される。この固定板 42 のリザーバ 110 に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部 43 となっているため、リザーバ 110 の一方向は可撓性を有する封止膜 41 のみで封止されている。

【0101】

このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、図示しない外部インク供給手段からインクを取り込み、リザーバ 110 からノズル開口 21 に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない駆動回路からの記録信号に従い、外部配線を介して圧力発生室 12 に対応するそれぞれの下電極膜 60 と上電極膜 80 との間に電圧を印加し、弾性膜 50、下電極膜 60 及び圧電体層 70 をたわみ変形させることにより、各圧力発生室 12 内の圧力が高まりノズル開口 21 からイ

ンク滴が吐出する。

【0102】

以下、このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドの製造方法、特に、流路形成基板10上に圧電素子300を形成するプロセス及び流路形成基板10に圧力発生室12等を形成するプロセスについて、図3～図5を参照して説明する。なお、図3～図5は、圧力発生室12の長手方向の断面図である。

まず、図3(a)に示すように、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板を約1100℃の拡散炉で熱酸化して弾性膜50及び絶縁膜55を構成する二酸化シリコン膜51を全面に形成する。次いで、図3(b)に示すように、弾性膜50となる二酸化シリコン膜51上にスパッタリングで下電極膜60を形成すると共に、所定形状にパターニングする。このような下電極膜60の材料としては、白金(Pt)等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルーゲル法で成膜する後述の圧電体層70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600～1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体層70としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金が好適である。

【0103】

次に、図3(c)に示すように、圧電体層70を成膜する。この圧電体層70は、結晶が配向していることが好ましい。例えば、本実施形態では、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体層70を得る、いわゆるゾルーゲル法を用いて形成することにより、結晶が配向している圧電体層70とした。圧電体層70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体層70の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法で形成してもよい。さらに、ゾルーゲル法又はスパッタリング法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

。何れにしても、このように成膜された圧電体層 70 は、バルクの圧電体とは異なり結晶が優先配向しており、且つ本実施形態では、圧電体層 70 は、結晶が柱状に形成されている。なお、優先配向とは、結晶の配向方向が無秩序ではなく、特定の結晶面がほぼ一定の方向に向いている状態をいう。また、結晶が柱状の薄膜とは、略円柱体の結晶が中心軸を厚さ方向に略一致させた状態で面方向に亘って集合して薄膜を形成している状態をいう。勿論、優先配向した粒状の結晶で形成された薄膜であってもよい。なお、このように薄膜工程で製造された圧電体層の厚さは、一般的に 0.2 ~ 5 μm である。

【0104】

次に、図 3 (d) に示すように、上電極膜 80 を成膜する。上電極膜 80 は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。次に、図 3 (e) に示すように、圧電体層 70 及び上電極膜 80 のみをエッチングして圧電素子 300 のパターンニングを行う。次いで、図 4 (a) に示すように、リード電極 90 を形成する。具体的には、例えば、金 (Au) 等からなるリード電極 90 を流路形成基板 10 の全面に亘って形成すると共に、各圧電素子 300 毎にパターンニングする。以上が膜形成プロセスである。

【0105】

このようにして膜形成を行った後、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板 (流路形成基板 10) の異方性エッチングを行い、圧力発生室 12、連通部 13 及びインク供給路 14 を形成する。具体的には、まず、図 4 (b) に示すように、流路形成基板 10 の圧電素子 300 側に、圧電素子保持部 31、リザーバ部 32 及び接続孔 33 等が予め形成された封止基板 30 を接合する。

【0106】

次に、図 4 (c) に示すように、流路形成基板 10 の表面上に形成されている絶縁膜 55 (二酸化シリコン膜 51) を所定形状にパターンニングする。次いで、図 5 (a) に示すように、この絶縁膜 55 を介して、前述したアルカリ溶液による異方性エッチングを行うことにより、流路形成基板 10 に圧力発生室 12、連通部 13 及びインク供給路 14 等を形成する。なお、このように絶縁膜 55 をパ

ターニングする際、及び流路形成基板 10 の異方性エッチングを行う際には、封止基板 30 の表面を封止した状態で行う。

【0107】

その後、図 5 (b) に示すように、流路形成基板 10 の圧力発生室 12、連通部 13 及びインク供給路 14 の内壁表面上に、150℃以下温度条件下で保護膜 100 を形成する。例えば、本実施形態では、イオンアシスト蒸着によって 100℃以下の温度条件下で五酸化タンタル (Ta_2O_5) からなる保護膜 100 を形成した。なお、このとき、流路形成基板 10 の各圧力発生室 12 等が開口する側の面、すなわち、絶縁膜 55 の表面にも保護膜 100 が形成される。

【0108】

このように 150℃以下の温度条件、本実施形態では、100℃以下の温度条件下で保護膜 100 を形成するようにしたので、熱によって圧電素子 300 等に悪影響を及ぼすことなく、保護膜 100 を比較的容易且つ良好に形成することができる。また、150℃以下の温度条件では、圧電素子保持部 31 等の密封された空間が破壊される心配もなく、水分等が圧電素子保持部 31 内に侵入して圧電素子 300 が破壊されることもない。

【0109】

また、保護膜 100 の材料として、五酸化タンタルを用いることにより、非常に優れた耐エッチング性を有する保護膜 100 とすることができる。したがって、流路形成基板 10 がインクに溶解されることがなく、インク吐出特性を長期間に亘って一定に維持することができる。

なお、このように保護膜 100 を形成した後は、連通部 13 に対向する領域の弾性膜 50 等を除去して連通部 13 とリザーバ部 32 とを連通させる。そして、流路形成基板 10 の封止基板 30 とは反対側の面にノズル開口 21 が穿設されたノズルプレート 20 を接合すると共に、封止基板 30 にコンプライアンス基板 40 を接合して本実施形態のインクジェット式記録ヘッドとする。また、実際には、上述した一連の膜形成及び異方性エッチングによって一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図 1 に示すような一つのチップサイズの流路形成基板 10 毎に分割する。

【0110】

また、本実施形態では、イオンアシスト蒸着法により保護膜100を形成するようにしたが、保護膜100を形成する方法はこれに限定されず、例えば、対向ターゲット式スパッタ法により保護膜100を形成するようにしてもよい。この対向ターゲット式スパッタ法を用いても、イオンアシスト蒸着と同様に100℃以下の温度条件で緻密な保護膜を良好に形成することができる。また、成膜レートが非常に速いため、製造効率が向上し製造コストの低減を図ることもできる。さらに、保護膜100を形成する際にチャンバ内の圧力を比較的低くすることで、より緻密な保護膜とすることができる。

【0111】

また、対向ターゲット式スパッタ法によって保護膜100を形成する場合、図6に示すように、圧力発生室12の長手方向がターゲット200の面の方向（図6（b）中上下方向）に対して約90°となるように、流路形成基板10となるウェハ210を配置することが好ましい。これにより、ウェハ210を固定した状態であっても、ターゲット200から放出された原子は、各圧力発生室12等の内面に確実に付着する。すなわち、ターゲット200から放出された原子は、圧力発生室12の長手方向に沿って移動するため、各圧力発生室12の底面まで比較的均等に入り込む。したがって、各圧力発生室12等の内面に保護膜100を均一な厚さで形成することができる。勿論、ウェハ210を面方向で回転させながら保護膜100を形成するようにしてもよいことは言うまでもない。

【0112】

なお、図7に示すように、圧力発生室12の長手方向がターゲット200の面の方向に対して平行となるように、ウェハ210を配置して保護膜100を形成した場合、ターゲット200から放出された原子は、圧力発生室12の幅方向に沿って移動するため、圧力発生室12の位置によって原子が入り込む深さ等に偏りが生じてしまう。このため、圧力発生室12等の内面全面に亘って保護膜100が形成されない虞や、保護膜100の厚さにばらつきが生じる虞がある。

【0113】

また、イオンアシスト蒸着法の代わりに、プラズマCVD（化学的気相成長）

法によって保護膜100を形成するようにしてもよい。この方法によっても、150℃以下の温度条件で緻密な膜を形成することができる。特に、プラズマCVD法によって保護膜100を形成する場合、所定の条件を選択することで、図8に示すように、圧力発生室12の側面と底面とで形成される角部12aや、圧力発生室12の開口周縁部12b等にも保護膜100を連続的に良好に形成することができる。したがって、耐久性及び信頼性を著しく向上したインクジェット式記録ヘッドを実現することができる。

なお、これらイオンアシスト蒸着、対向ターゲット式スパッタ法、プラズマCVD法等の他に、例えば、ECR（電子サイクロトロン共鳴）スパッタ法等の他の物理的气相成長法（PVD）等によっても、比較的低温で緻密な保護膜を形成することができる。

【0114】

（実施形態2）

図9は、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。本実施形態は、封止基板30の少なくともリザーバ部32の内壁表面に耐インク性を有する保護膜を設けた例である。すなわち、図9に示すように、本実施形態では、封止基板30のリザーバ部32の内壁表面を含む全ての表面に耐インク性の保護膜100Aを設け、封止基板30のリザーバ部の内壁表面がインクによって溶解されるのを防止している。また、封止基板30の流路形成基板10とは反対側の表面に設けられた保護膜100A上に接続配線130が設けられ、この接続配線130上に駆動IC120が実装されている。すなわち、封止基板30表面の保護膜100Aが上述した絶縁膜の役割を果たしている。

【0115】

このように封止基板30のリザーバ部32の内壁面に保護膜100Aを設けることにより、封止基板30がインクに溶解されるのを防止することができ、リザーバ部32の形状が製造時と略同一形状に長期間維持される。すなわち、保護膜100Aを設けることでリザーバ部32の形状が実質的に安定し、各圧力発生室12にインクが良好に供給されるため、インク吐出特性を長期間安定させることができる。さらに、インクに溶解された封止基板30の溶解物がインク中に析出

する量が十分に低減されノズル詰まりの発生が防止されるため、ノズル開口 21 からインク滴を常に良好に吐出させることができる。

なお、この保護膜 100A の材質は、耐インク性を有するものであれば特に限定されないが、例えば、本実施形態では、二酸化シリコンを用いている。また、保護膜 100A の膜厚は、特に限定されないが、例えば、 $1.0\mu\text{m}$ 程度あればインクによる封止基板 30 の溶解を確実に防止することができる。

【0116】

ここで、このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドの製造方法、特に、封止基板 30 を形成するプロセスについて、図 10 を参照して説明する。なお、図 10 は、圧電素子保持部の長手方向の断面図である。

まず、図 10 (a) に示すように、シリコン単結晶基板からなり封止基板 30 となる封止基板形成材 140 を約 1100°C の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコン膜 141 を全面に形成する。なお、この二酸化シリコン膜 141 は、詳しくは後述するが、封止基板形成材 140 をエッチングする際のマスクとして用いられるものである。次に、図 10 (b) に示すように、封止基板形成材 140 の一方面側に形成された二酸化シリコン膜 141 を所定形状にパターニングする。そして、この二酸化シリコン膜 141 をマスクパターンとして上述した圧力発生室 12 と同様に封止基板形成材 140 をアルカリ溶液によって異方性エッチングすることにより、封止基板 30 を形成する。すなわち、異方性エッチングにより、封止基板形成材 140 に圧電素子保持部 31、リザーバ部 32 及び貫通孔 33 を形成する。

【0117】

次いで、図 10 (c) に示すように、二酸化シリコン膜 141 を除去する。具体的には、例えば、フッ酸 (HF) 等のエッチング液を用いて封止基板 30 表面の二酸化シリコン膜 141 を除去する。次に、図 10 (d) に示すように、封止基板 30 の少なくともリザーバ部 32 の内壁表面に耐インク性の保護膜 100A を形成する。本実施形態では、封止基板 30 を熱酸化することにより、リザーバ部 32 の内壁表面を含む全ての表面に耐インク性を有する保護膜 100A を形成した。なお、本実施形態では、封止基板 30 がシリコン単結晶基板からなるため

、保護膜 100A は、二酸化シリコンからなる。

【0118】

次いで、図 10 (e) に示すように、封止基板 30 の圧電素子保持部 31 側とは反対側表面の保護膜 100A 上に、接続配線 130 を所定形状に形成する。なお、本実施形態では、ロールコータ法を用いて接続配線 130 を所定形状に形成したが、例えば、リソグラフィ法等の薄膜形成方法を用いて形成するようにしてもよい。その後は、封止基板 30 を圧電素子 300 が設けられた流路形成基板 10 に接合し、実施形態 1 と同様の工程を実行することにより本実施形態のインクジェット式記録ヘッドとする。

【0119】

このような本実施形態に係る製造方法では、封止基板 30 全体を熱酸化することにより封止基板 30 の全ての表面に一度の熱酸化で保護膜 100A を形成するようにしたので、保護膜 100A の形成作業を簡略化することができる。また、保護膜 100A が略均一な厚さで且つピンホールの発生がない状態で形成されるため、この保護膜 100A を介して接続配線 130 を形成することで、接続配線 130 と封止基板 30 とを確実に絶縁することができる。

【0120】

(実施形態 3)

図 11 は、実施形態 3 に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。本実施形態は、封止基板に設けられる保護膜の他の例であり、図 11 に示すように、封止基板 30 の圧電素子保持部 31、リザーバ部 32 及び貫通孔 33 の内壁面、並びに流路形成基板 10 との接合面に、誘電材料からなり耐インク性（インクに対する耐食性）を有する保護膜 100B をスパッタ法等の物理蒸着法（PVD）によって形成するようにした以外は、実施形態 2 と同様である。

【0121】

このような構成においても、封止基板 30 がインクによって溶解されるのを防止することができ、リザーバ部 32 の形状を製造時と略同一形状に長期間維持することができる。また、封止基板 30 がインクに溶解されるのを防止できるため、封止基板 30 の溶解物がインク中に析出することがなく、析出物によるノズル

詰まりの発生を防止することができる。

さらに、保護膜 100B によりリザーバ部 32 の形状が安定し、インクの流れが一定に保持されるため、インクに気泡が混入されことなく各圧力発生室 12 にインクを良好に供給することができる。これにより、インク吐出特性を長期間安定させる効果も期待できる。

【0122】

ここで、本実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの製造方法について、特に、封止基板の製造方法について、図 12 を参照して説明する。なお、図 12 は、封止基板の製造工程を示す断面図である。

まず、図 12 (a) に示すように、シリコン単結晶基板からなる封止基板形成材 140 を約 1100℃ の拡散炉で熱酸化して、絶縁膜 35 となると共に封止基板 30 をエッチングするためのマスクとなる二酸化シリコン膜 141 を全面に形成する。次に、図 12 (b) に示すように、二酸化シリコン膜 140 をパターンニングすることにより、封止基板 30 の圧電素子保持部 31、リザーバ部 32 及び貫通孔 33 が形成される領域にそれぞれ開口部 141 を形成する。なお、圧電素子保持部 31 に対応する開口部 141 は、封止基板 30 の一方面側のみに形成し、リザーバ部 32 及び貫通孔 33 に対応する開口部 141 は、封止基板 30 の両面側にそれぞれ形成する。

【0123】

次いで、図 12 (c) に示すように、封止基板 30 の表面の二酸化シリコン膜 141 (絶縁膜 35) 上の全面に、例えば、ロールコート法等を用いて接続配線 130 を形成する。次いで、図 12 (d) に示すように、この二酸化シリコン膜 140 を介して封止基板形成材 140 を異方性エッチングすることにより封止基板 30 を形成する。すなわち、二酸化シリコン膜 140 の開口部 141 から封止基板形成材 140 を異方性エッチングすることにより、圧電素子保持部 31、リザーバ部 32 及び貫通孔 33 を形成する。

【0124】

次に、図 12 (e) に示すように、リザーバ部 32 の内壁面に誘電材料からなり耐インク性を有する保護膜 100B をスパッタ法等の物理蒸着法 (PVD) に

よって形成する。例えば、本実施形態では、封止基板30の流路形成基板10との接合面、すなわち、圧電素子保持部31側から物理蒸着法等により保護膜100Bを形成しているため、リザーバ部32の内壁面と共に、圧電素子保持部31及び貫通孔33の内壁面、並びに封止基板30の流路形成基板10との接合面にも保護膜100Bが形成される。

【0125】

ここで、保護膜100Bとして用いる誘電材料は、特に限定されないが、例えば、酸化タンタル、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム又は酸化チタンを用いることが好ましい。これにより、耐インク性に優れた保護膜100Bを形成することができる。なお、本実施形態では、保護膜100Bの材料として、五酸化タンタルを用いている。

【0126】

また、このような保護膜100Bは、物理蒸着法(PVD)、特に、反応性ECRスパッタ法、対向スパッタ法、イオンビームスパッタ法又はイオンアシスト蒸着法によって形成することが好ましい。これにより、保護膜100Bを、例えば、100℃程度の比較的低温で形成することができ、封止基板30上に設けられている接続配線130等にも熱等による悪影響を及ぼすことがない。

【0127】

また、このような方法で保護膜100Bを形成することにより、保護膜100Bの膜応力が小さく抑えられ、封止基板30の反りを防止することができるため、後述する工程で、封止基板30と流路形成基板10とを良好に接合することができる。

なお、封止基板30の表面、すなわち、接続配線130が形成されている表面は、所定の治具等により保護しておくことが好ましい。これにより、保護膜100Bをより容易且つ良好に形成することができる。

そして、このような保護膜100Bを形成した後は、封止基板30を流路形成基板10に接合し、上述の実施形態と同様の工程を実行することにより本実施形態のインクジェット式記録ヘッドとする。

【0128】

(他の実施形態)

以上、本発明の実施形態について説明したが、勿論、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。

例えば、上述の実施形態 1 では、流路形成基板 10 に形成された圧力発生室 12、連通部 13 及びインク供給路 14 の内壁面に保護膜 100 を設け、実施形態 2 及び 3 では、封止基板 20 に設けられたリザーバ部 32 の内壁面に保護膜 100A 又は 100B を設けるようにしたが、これに限定されるものではない。例えば、図 13 に示すように、勿論、流路形成基板 10 の圧力発生室 12 等の内面に酸化タantalからなる保護膜 100 を設けると共に、封止基板 30 のリザーバ部 32 の内壁面等に耐インク性の保護膜 100A を設けるようにしてもよい。

【0129】

また、例えば、上述した実施形態 2 及び 3 では、封止基板 30 のリザーバ部 32 の内壁表面以外の領域にも耐インク性を有する保護膜 100A 又は 100B を設けるようにしたが、勿論、リザーバ部 32 の内壁表面だけに設けるようにしてもよいことは言うまでもない。

また、上述した実施形態では、ステンレス鋼からなるノズルプレート 20 を例示したが、シリコンからなるノズルプレートであってもよい。なお、この場合には、ノズルプレートがインクに溶解されてしまうため、ノズルプレートの各圧力発生室内の少なくとも表面に保護膜を設けることが望ましい。

【0130】

さらに、上述の実施形態では、圧力発生素子として圧電素子を用いたたわみ振動型のインクジェット式記録ヘッドについて説明したが、勿論これに限定されず、例えば、縦振動型のインクジェット式記録ヘッド、あるいは圧力発生室内に抵抗線設けた電気熱変換式のインクジェット式記録ヘッド等、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに適用することができる。さらに、上述の実施形態では、成膜及びリソグラフィプロセスを応用して製造される薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、グリーンシートを貼付する等の方法により形成される厚膜型のインクジェット式記録ヘッドにも本発明を採用することができる。

【0131】

また、このようなインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図14は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。図14に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0132】

そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8上を搬送されるようになっている。

【0133】

なお、上述した実施形態においては、本発明の液体噴射ヘッドの一例としてインクジェット式記録ヘッドを説明したが、液体噴射ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。本発明は、広く液体噴射ヘッドの全般を対象としたものであり、インク以外のアルカリ性の液体を噴射するものにも勿論適用することができる。その他の液体噴射ヘッドとしては、例えば、プリンタ等の画像記録装置に用いられる各種の記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレイ、FED（面発光ディスプレイ）等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオチップ製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等が挙げられる。このように、アルカリ性の液体を噴射する液体噴射ヘッドに本発明を適用すれば、上述した実施形態と

同じ優れた効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの分解斜視図。
- 【図 2】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの平面図及び断面図。
- 【図 3】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。
- 【図 4】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。
- 【図 5】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。
- 【図 6】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程の他の例を示す概略図。
- 【図 7】 記録ヘッドの製造工程の一例を示す概略図。
- 【図 8】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの他の例を示す断面図。
- 【図 9】 実施形態 2 に係る記録ヘッドの平面図及び断面図。
- 【図 10】 実施形態 2 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。
- 【図 11】 実施形態 3 に係る記録ヘッドの平面図及び断面図。
- 【図 12】 実施形態 3 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。
- 【図 13】 他の実施形態に係る記録ヘッドの平面図及び断面図。
- 【図 14】 一実施形態に係る記録装置の概略図。

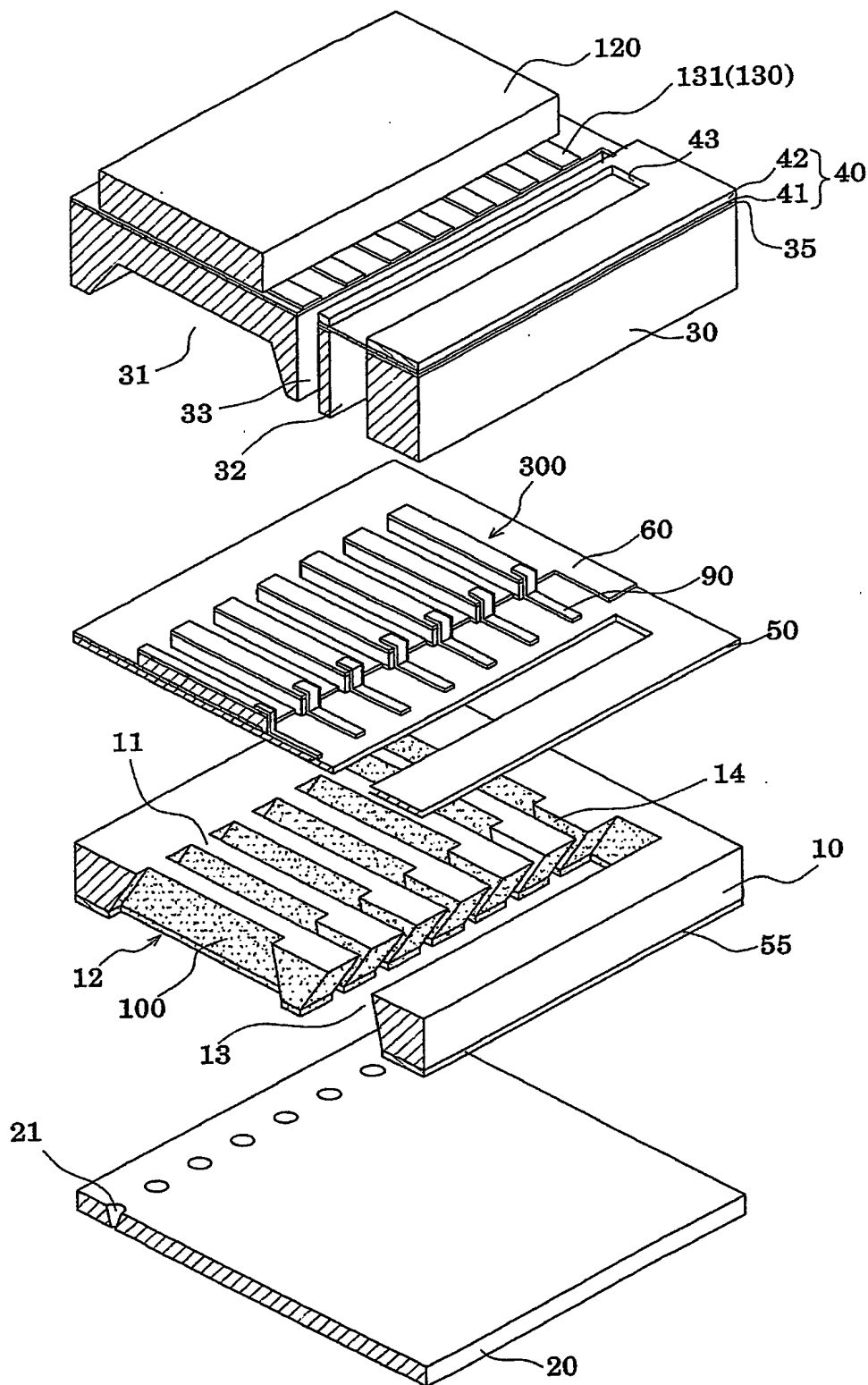
【符号の説明】

10 流路形成基板、 12 圧力発生室、 13 連通部、 14 インク供給路、 20 ノズルプレート、 21 ノズル開口、 30 封止基板、 31 圧電素子保持部、 32 リザーバ部、 40 コンプライアンス基板、 50 弾性膜、 60 下電極膜、 70 圧電体層、 80 上電極膜、 100, 100A, 100B 保護膜、 110 リザーバ、 200 ターゲット、 300 圧電素子

【書類名】

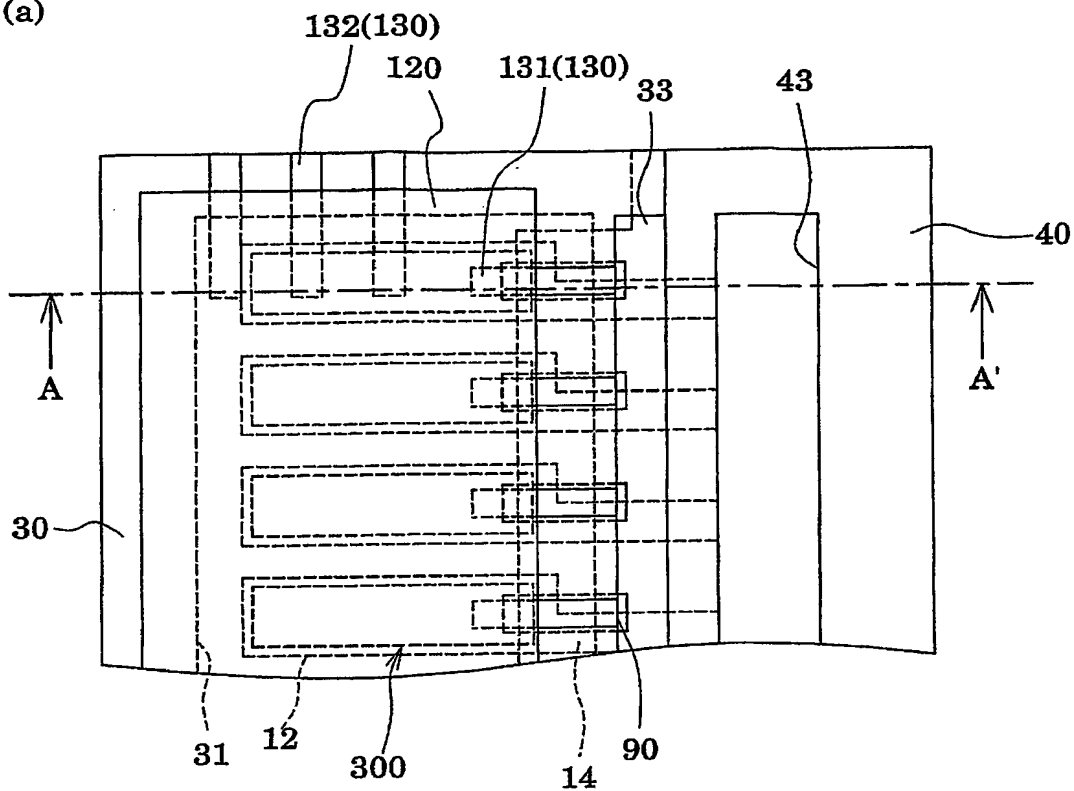
図面

【図1】

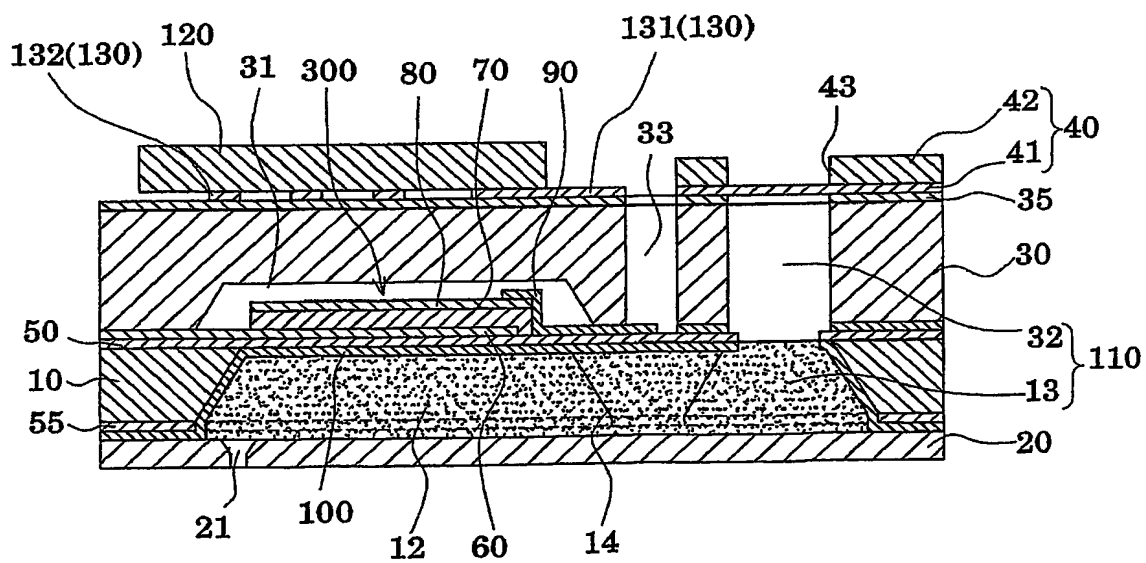


【図2】

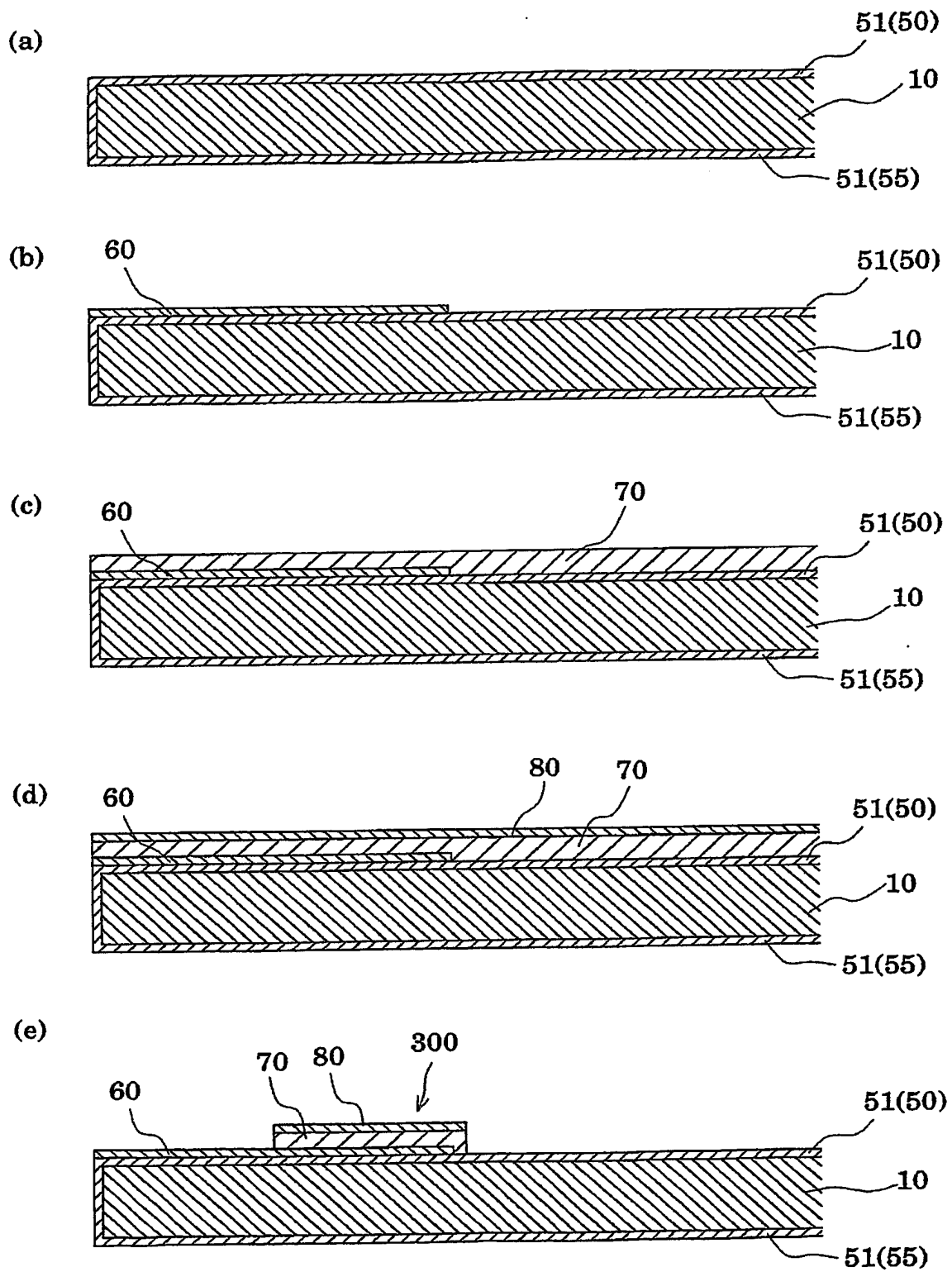
(a)



(b)

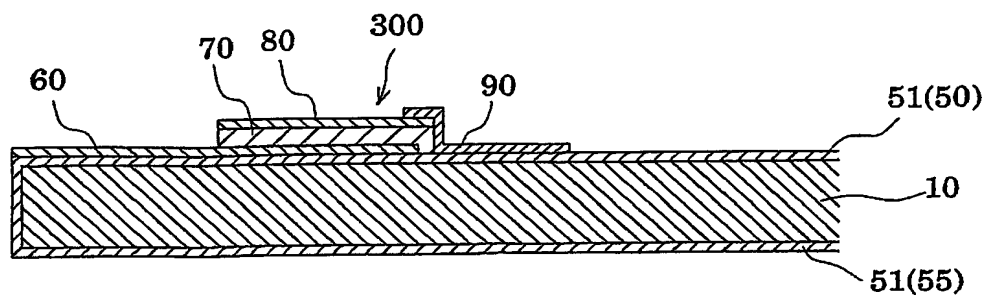


【図 3】

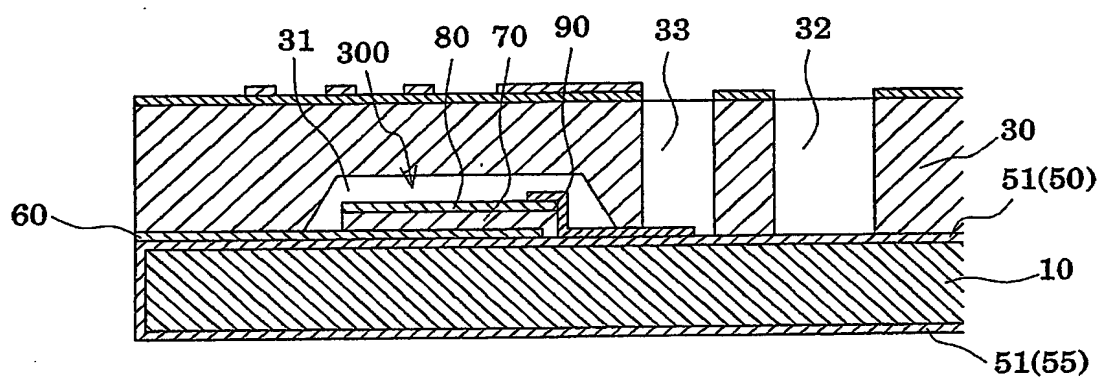


【図 4】

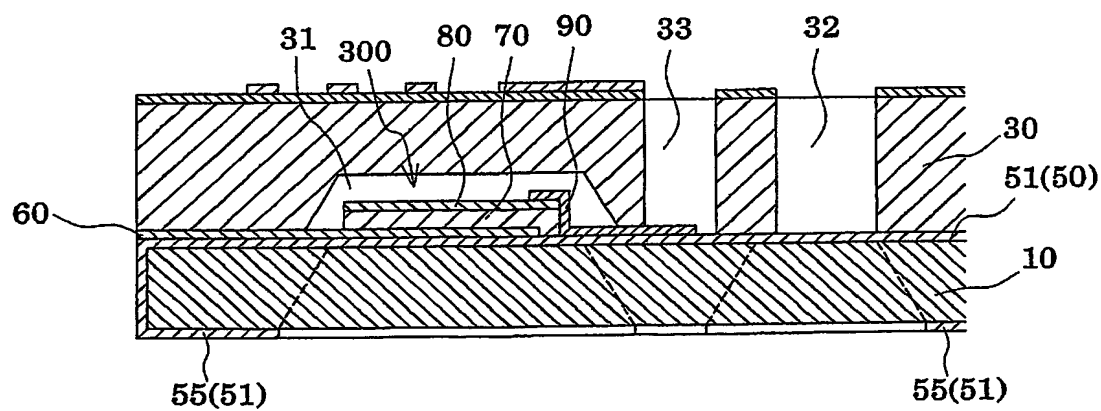
(a)



(b)

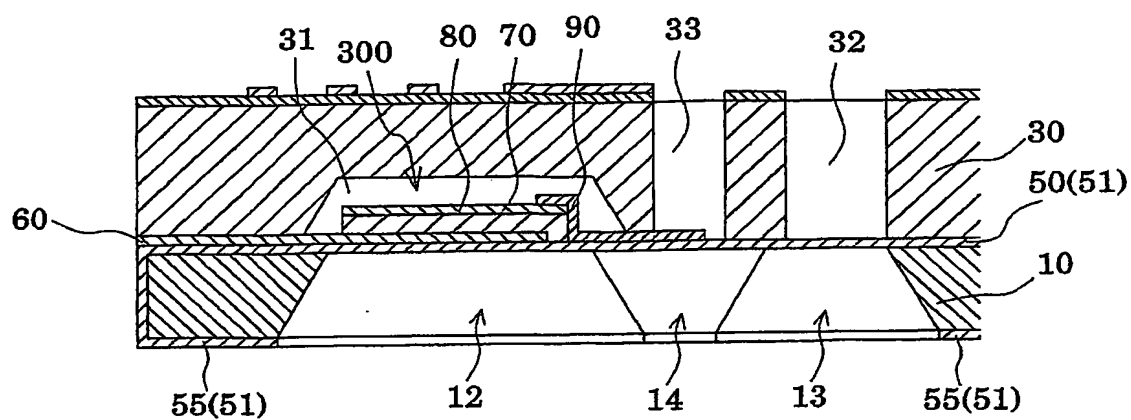


(c)

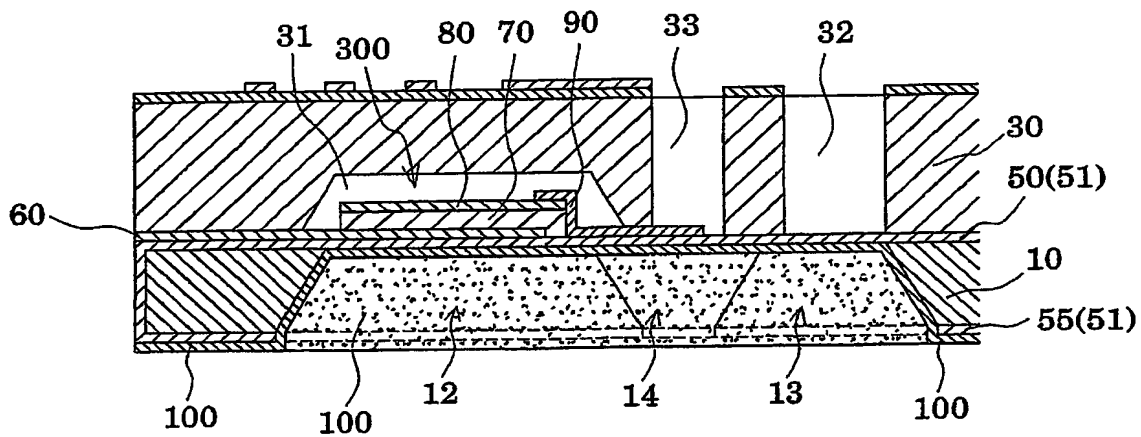


【図 5】

(a)

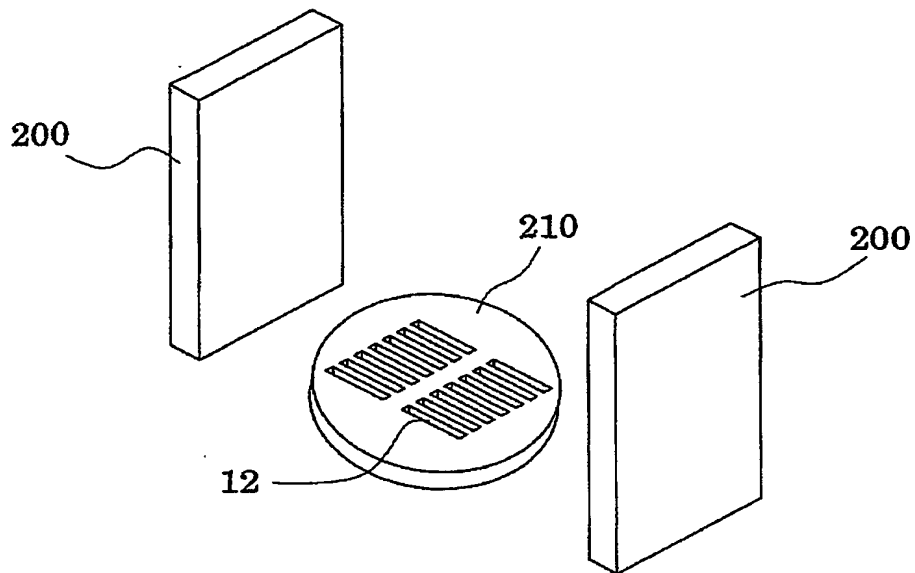


(b)

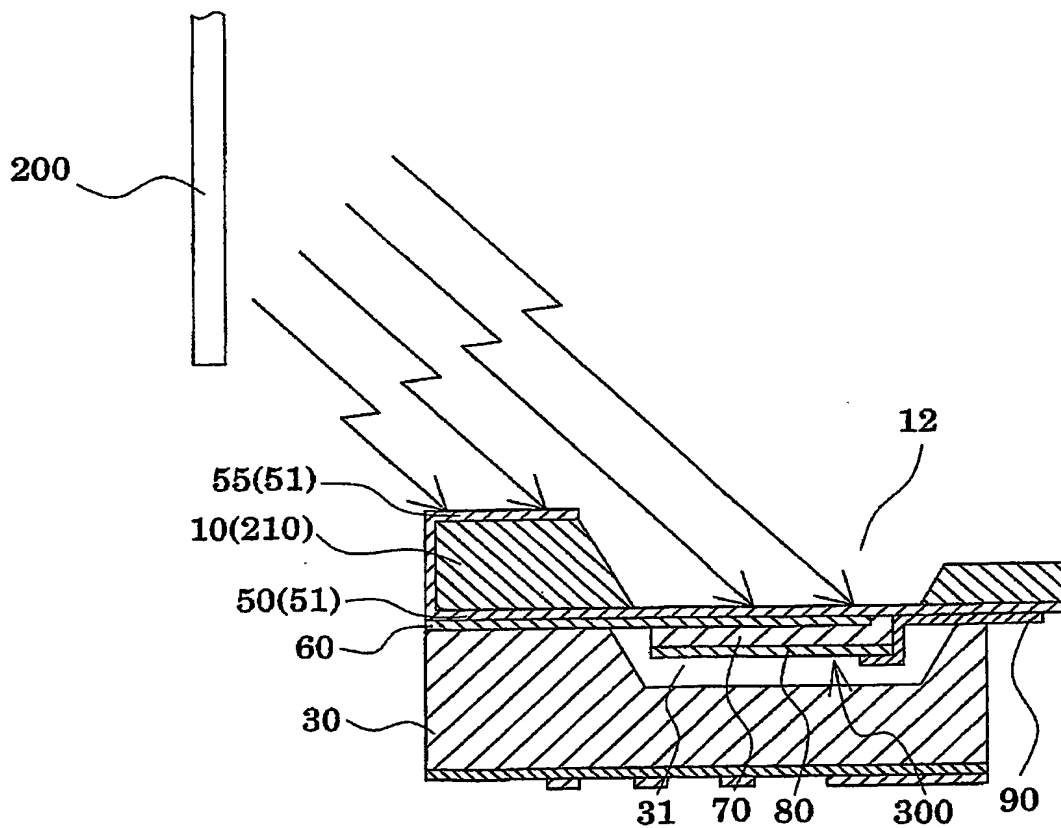


【図 6】

(a)

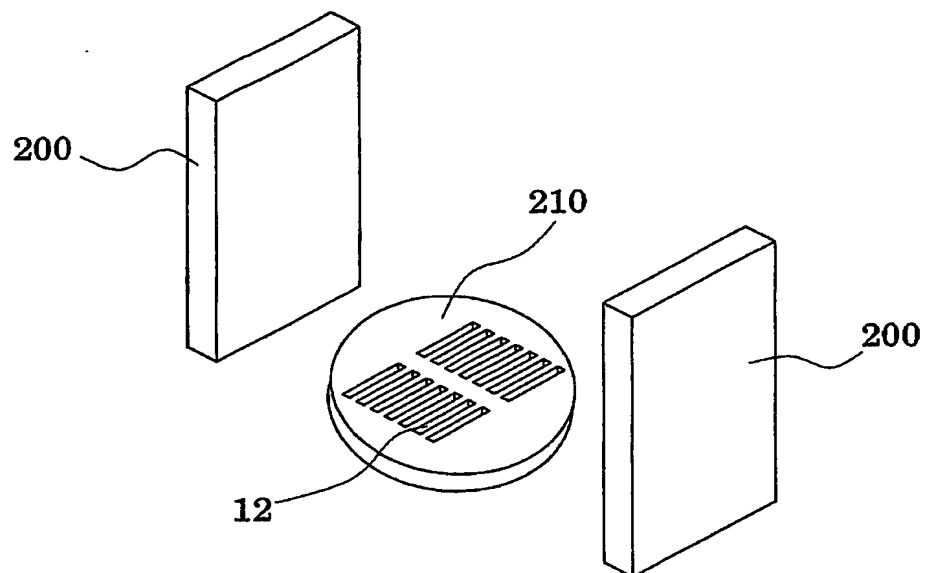


(b)

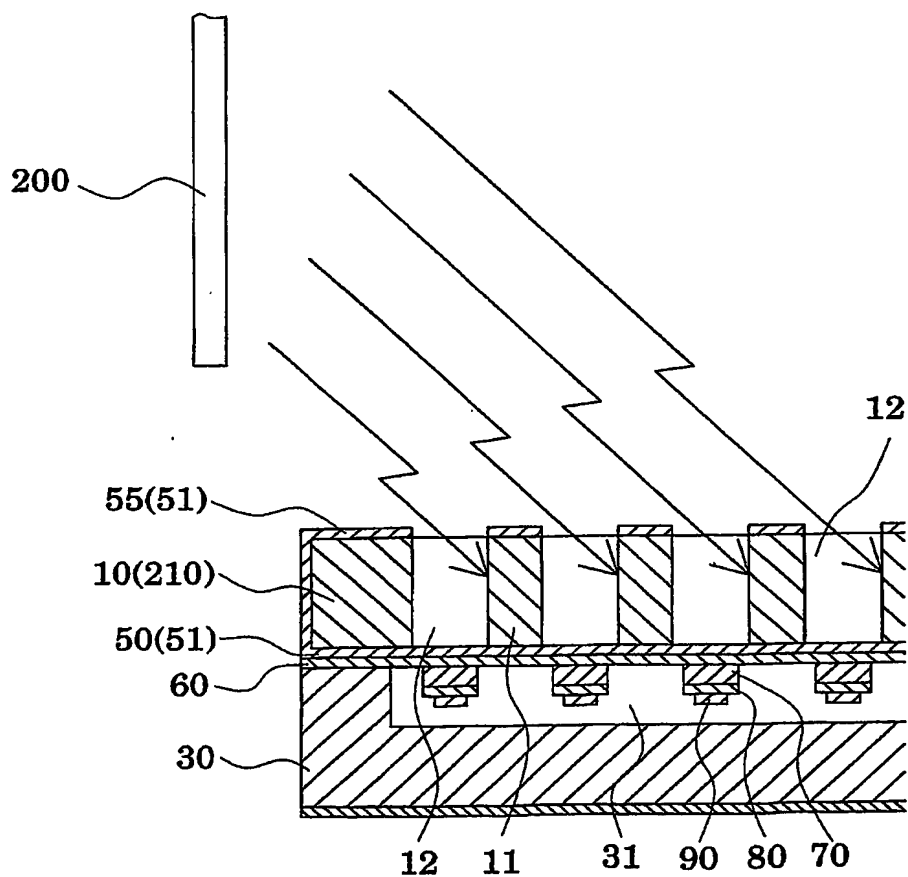


【図 7】

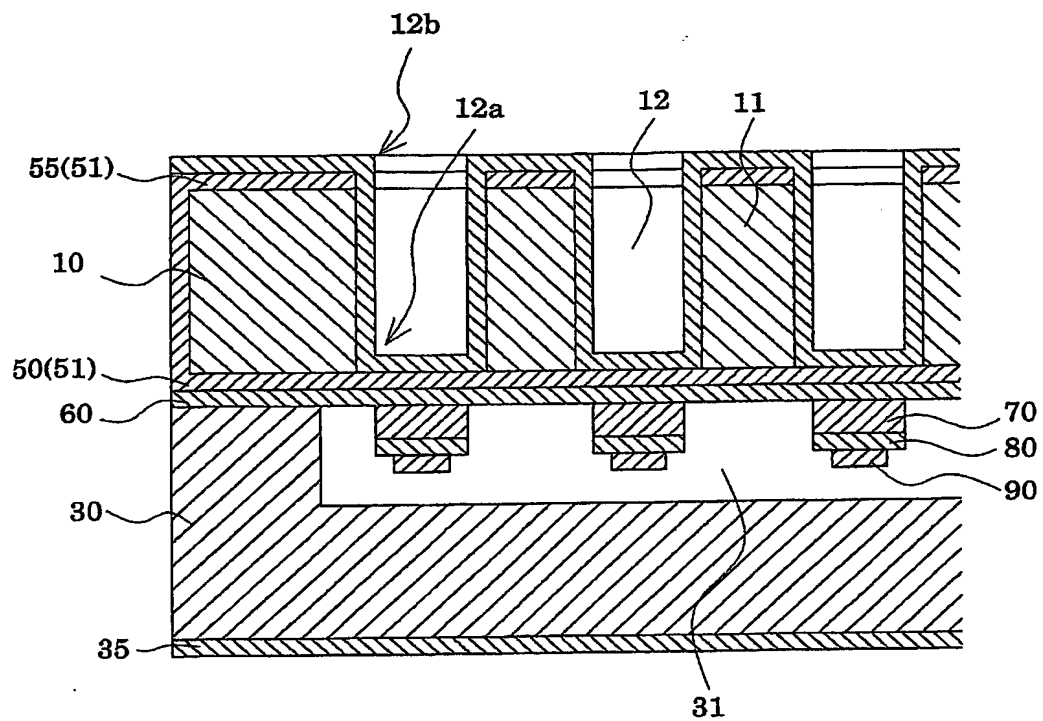
(a)



(b)

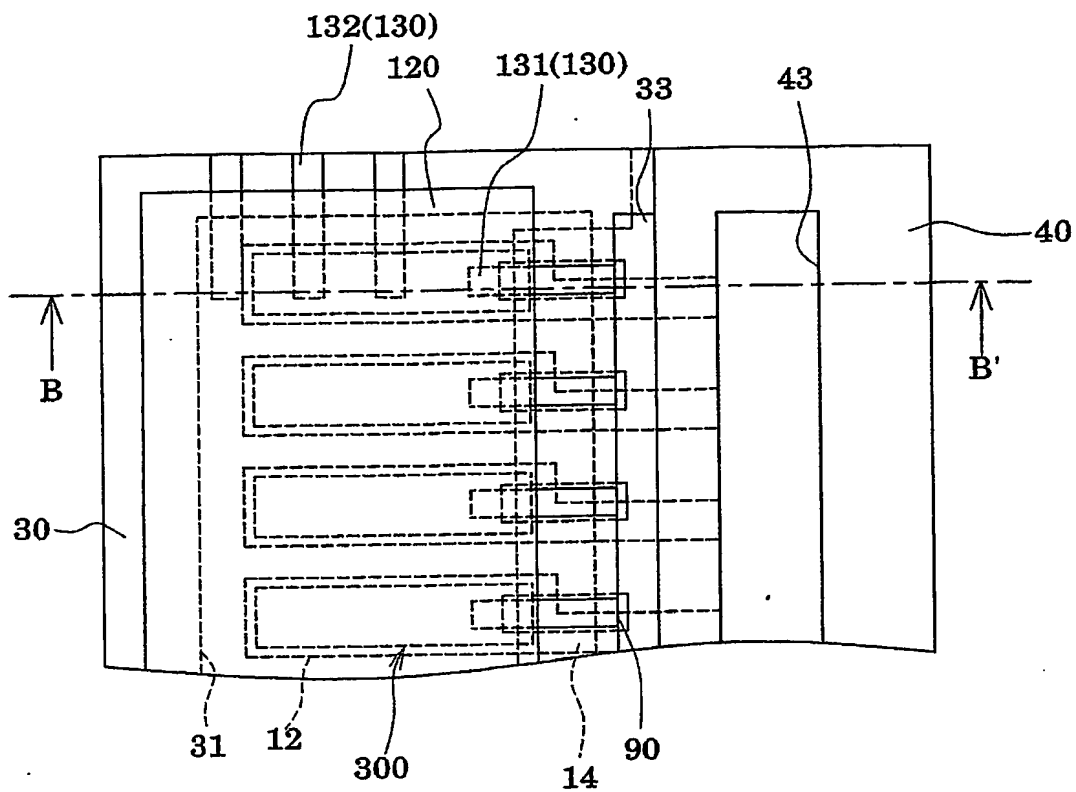


【図 8】

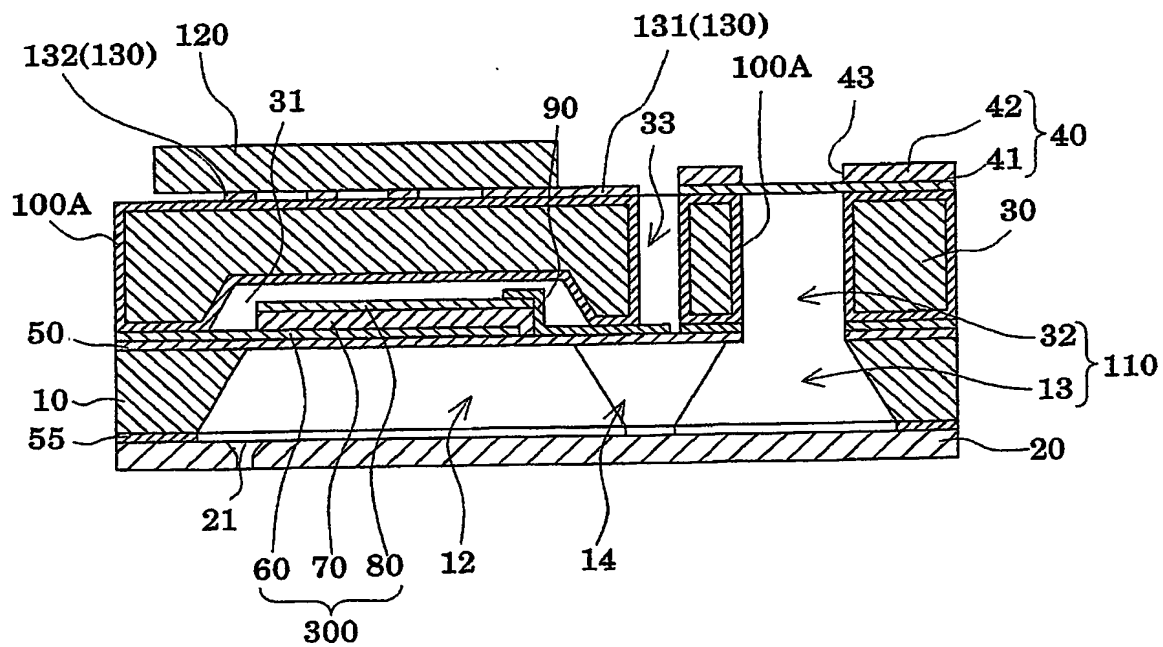


【図9】

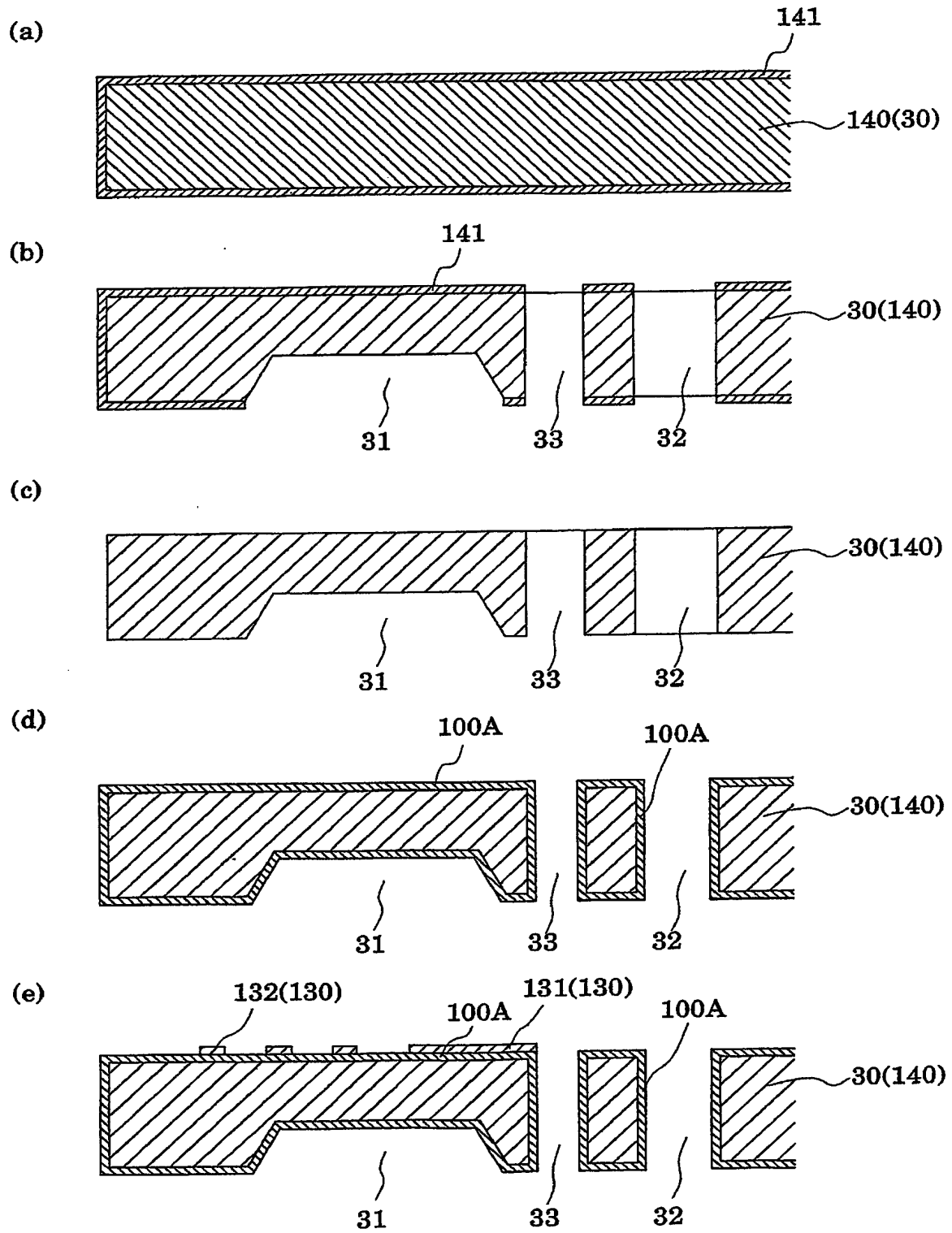
(a)



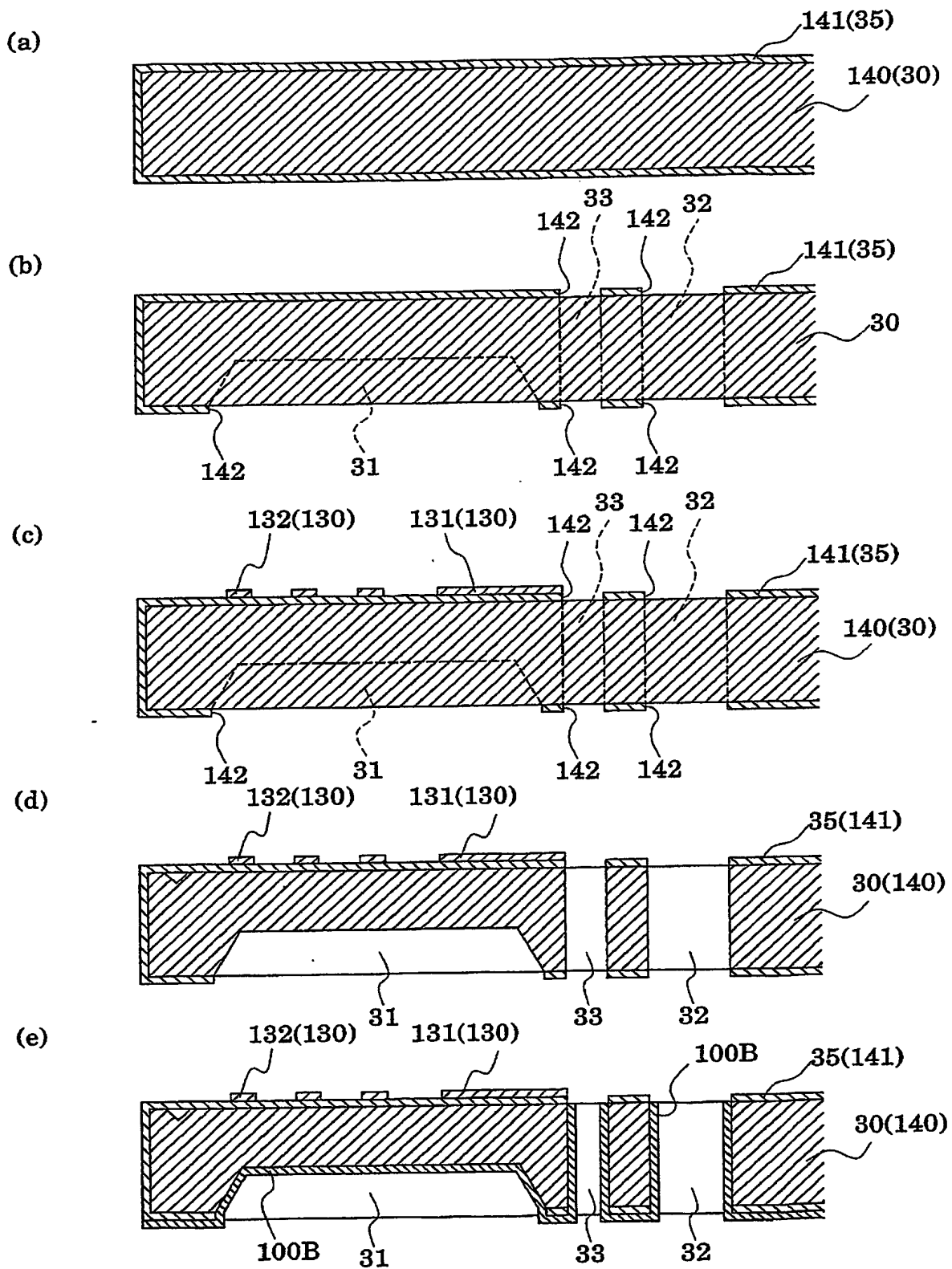
(b)



【図 10】

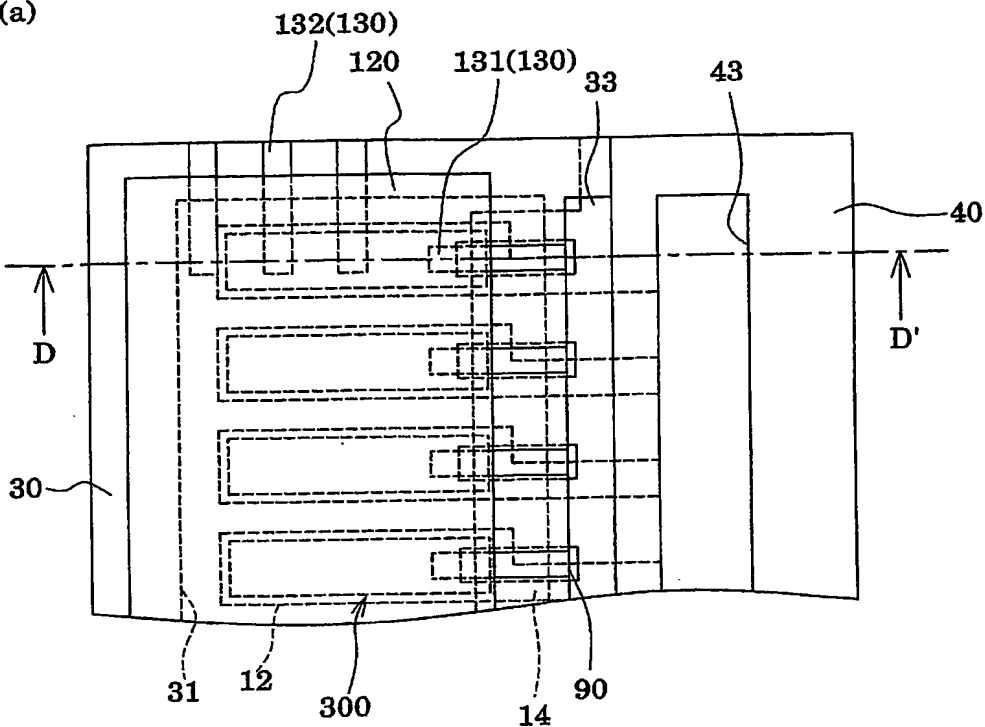


【図 12】

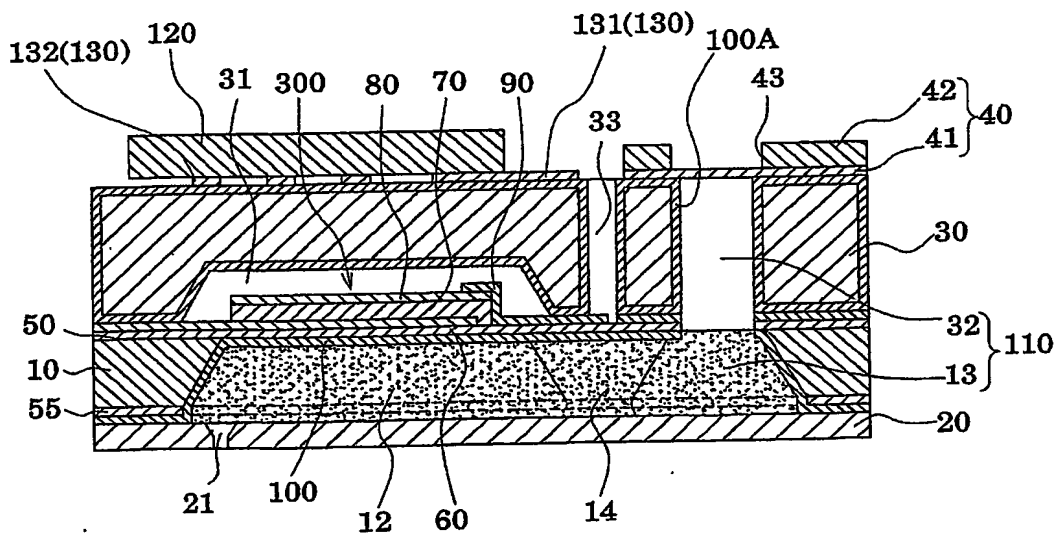


【図 13】

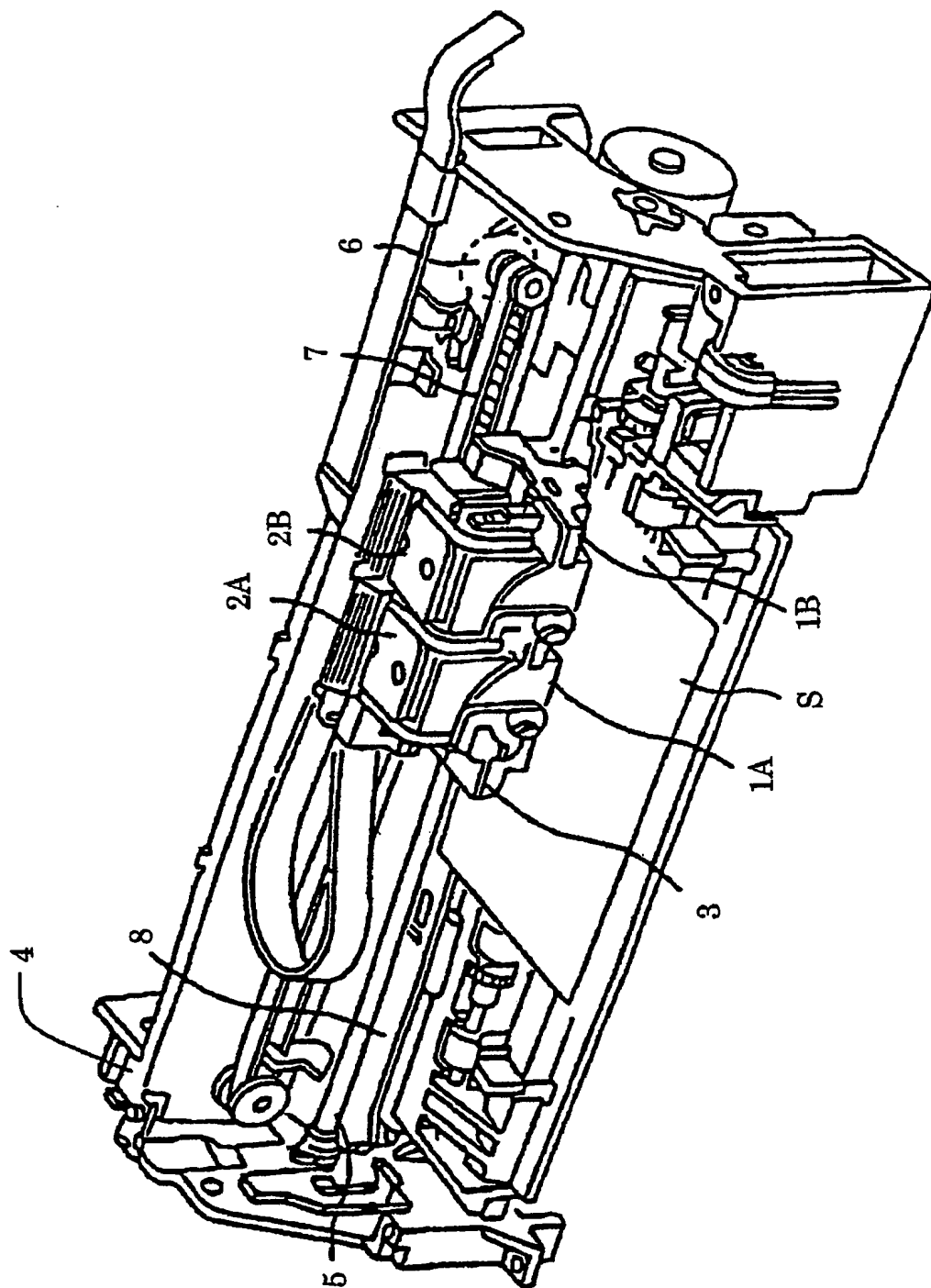
(a)



(b)



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液体吐出特性を長期間一定に維持することができ且つノズル詰まりを防止した液体噴射ヘッド及びその製造方法並びに液体噴射装置を提供する。

【解決手段】 シリコン単結晶基板からなりノズル開口に連通する圧力発生室 12 が形成される流路形成基板 10 と、圧力発生室 12 内に圧力変化を生じさせる圧力発生素子 300 とを具備する液体噴射ヘッドにおいて、少なくとも圧力発生室 12 の内壁表面に酸化タンタルからなる耐液体性の保護膜 100 を設ける。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-193909
受付番号	50301135443
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成 15 年 7 月 11 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 7月 8日
【特許出願人】	
【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100101236
【住所又は居所】	東京都渋谷区恵比寿1丁目5番2号 こうげつビ ル5階 栗原国際特許事務所
【氏名又は名称】	栗原 浩之

特願 2003-193909

出願人履歴情報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社